Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä
50/2016

Timo Unhola

Liikennemerkkikalvojen kestävyys

Pohjoismainen kenttäkoe; koetaulut 1996→

Timo Unhola

Liikennemerkkikalvojen kestävyys

Pohjoismainen kenttäkoe; koetaulut 1996->

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 50/2016

Liikennevirasto

Helsinki 2016

Kannen kuva: Koetaulut Vantaalla v.2002; Timo Unhola

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)
ISSN-L 1798-6656
ISSN 1798-6664
ISBN 978-952-317-332-3

Liikennevirasto
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelin 0295 34 3000

Timo Unhola: Liikennemerkkikalvojen kestävyys – Pohjoismainen kenttäkoe; koetaulut 1996–> Liikennevirasto, tekniikka ja ympäristö -osasto. Helsinki 2016. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 50/2016. 29 sivua ja 3 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-332-3.

Avainsanat: liikennemerkit, toimintakyky, Pohjoismaat, koekäyttö

Tiivistelmä

Liikennemerkeissä käytettävien heijastavien kalvojen kestävyyskokeen tarkoituksena oli selvittää eri heijastusmateriaalien kestävyys eli toimintakyky todellisissa olosuhteissa tien varrella vähintään 10 vuoden ajan.

Tien varteen asennettuja koetauluja oli neljä Hakkilassa Vt 4 varrella ja neljä Rovaniemen pohjoispuolella Kt 79 varrella. Lisäksi kummankin paikan lähellä oli yksi referenssitaulu varikon pihalla. Koetauluissa oli 86 erilaista koekalvoa kussakin. Samanlaiset taulut oli sijoitettu kaikkiin pohjoismaihin 2 paikkaan kussakin maassa, yksi Islannissa.

Toimintakyky selvitettiin mittauksin, joita tehtiin kokeen alussa vuosittain. Ensimmäisinä vuosina mitattiin vain paluuheijastavuutta, vuodesta 2001 myös värikoordinaatteja. Kokeen kokonaiskesto Suomessa oli 19 vuotta, selvästi pidempään kuin muissa maissa.

Tulosten perusteella voidaan päätellä kalvojen toimintakyvyn säilyneen hyvin. Lähes kaksi kolmasosaa kaikista koekalvoista täytti uuden heijastuskalvon vaatimuksen vielä 19 vuoden vanhennuksen jälkeen. Vanhennus tarkoittaa tässä kokeessa altistusta mm. liikenteen, kunnossapidon ja säiden vaikutuksille. Useimmat kalvoista, jotka eivät enää täyttäneet vaatimusta, olivat kalvon irtoamisen tai värikalvon haalistumisen takia siirtyneet värivaatimusalueen ulkopuolelle.

Koetaulujen välillä oli odottamattoman vähän eroja sijoituspaikan tai -suunnan suhteen.

Näin kauan kestävän luonnollisen vanhennuskokeen ongelmaksi muodostuu se, että tuotekehittely on jatkuvaa ja vain harvoja kokeessa olleista kalvoista on sellaisenaan enää myytävänä 20 vuoden jälkeen.

Timo Unhola: Åldring av retroreflekterande folier; Nordic fälttest med provskyltar 1996–>. Trafikverket, teknik och miljö. Helsingfors 2016. Trafikverkets undersökningar och utredningar 50/2016. 29 sidor och 3 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-332-3.

Sammanfattning

Det primära syftet med projektet var, att undersöka åldring av retroreflekterande folier för trafikskyltar, dvs. deras prestanda under verkliga förhållanden längs vägen i minst 10 år.

I Finland sattes fyra trafikskyltar vid vägkanten både nära Hakkila i Vanda längs väg 4 och fyra norr om Rovaniemi vid väg 79. Dessutom hade man för referens en provskylt nära båda platser vid depot varvet. Varje provskylt innehöll 86 olika folier installerade. Liknande provskyltar placerades i samtliga nordiska länder, på två ställen i varje land, en på Island.

Foliernas prestanda undersöktes av mätningar som gjordes i början av testet varje år. Under de första åren endast retroreflexion, sedan 2001, även färgkoordinater uppmättes. Den totala varaktigheten av testet i Finland var 19 år, mycket längre än i andra länder.

Baserad på resultaten kan man dra slutsatsen att foliernas prestanda d.v.s. funktionsförmåga förblev bra. Nästan två tredjedelar av alla folier uppfyllde kravet på nya reflekterande folier ännu efter 19 års åldrande. Åldrandet i detta experiment innebär exponering för trafik, underhåll och väderefekter osv. Det, att de flesta av de folier, som inte längre uppfyllde kravet, berodde på avlossning av yttre ytan med färg eller att deras färgkoordinater flyttades utanför området för kravet på grund av färgblekning.

Det syns vara oväntad små skillnader mellan provskyltar med avseende på orten eller deras riktning.

Vid den här typen av en långvarig naturlig åldring det uppstår problemet att när produktutvecklingen är kontinuerlig endast ett fåtal folier i provet är inte längre till salu efter 20 år.

Timo Unhola: Durability of retro-reflecting materials for road signs – Nordic field test; test signs 1996–>. Finnish Transport Agency, Technology and Environment. Helsinki 2016. Research reports of the Finnish Transport Agency 50/2016. 29 pages and 3 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-332-3.

Summary

The purpose of the durability test of the reflecting materials used on traffic signs was to examine their performance in real-world conditions along the road, at least for a period of 10 years.

Four test material signs were erected in Vantaa by the side of the road #4 and four similar signs by the road #79 just north of Rovaniemi. In addition, a reference test sign was erected close to each of them at the yard of the depot. Each of the test signs had the same 86 different kinds of retro-reflective material test slabs. In all the Nordic countries similar test signs were erected at 2 sites in each country, one in Iceland

The performance was examined at the beginning of the experiment by measurements on an annual basis. For the first few years only the retro-reflectivity was measured, since 2001 also color coordinates. The total duration of the test in Finland was 19 years, much longer than in any of the other countries

Based on the results it can be concluded that the test materials remained functional capacity well. Nearly two-thirds of all test materials conformed to the requirement of the new reflective material even after 19 years of aging. Aging in this experiment includes exposure to transport, maintenance and weather impacts. Most of the materials which no longer met the requirements had lost their outer colored film or it was faded to a degree that the color co-ordinates had moved outside the requirement area.

There were smaller differences in performance with respect to the direction or the geographical site of the test signs than expected.

A problem arises during this kind of long lasting natural aging test: the product development is continuous and only a few of the materials tested are no longer for sale after 20 years.

Esipuhe

Liikennemerkeissä käytettyjen heijastavien kalvojen kehitys oli 1990-luvulla nopeaa. Varsinkin uusia mikroprismaattisia heijastinkalvoja tuli tarjolle usealta valmistajalta. Eri tyyppisten kalvojen ja niiden luokkien vaatimuksia jouduttiin tarkistamaan. Siksi päätettiin NMF:n (Nordisk MörkertrafikForskning, sittemmin Nordiskt Möte för Förbättrad vägutrustning) johdolla pohjoismaiden kesken kenttäkokeesta, jossa kaikkiin osallistujamaihin pystytettiin samanlaiset testitaulut teiden varteen. Vuonna 1996 sovitun mukaisesti koe aloitettiin kesällä 1997. Tauluja on eri maissa mitattu alussa vuosittain ja sen jälkeen harvemmin. Useimmissa maissa koe lopetettiin kymmenen vuoden jälkeen. Suomessa taulut kuitenkin jätettiin ja niitä on mitattu edelleen tämän vuoden viimeiseen mittaukseen asti.

Koetaulujen mittauksista tai mittauttamisista ovat huolehtineet Liikenneviraston (aiemmin Tiehallinto, Liikenteen palvelut) tarkastajat Kullervo Havu (-> v. 2004) ja Per-Olof Linsén. He tekivät myös v. 2000 koetaulukokeen väliraportin.

Timo Unhola (tutkija, VTT, Roadlux Oy, eläkkeellä) on tehnyt mittauksista useimmat ja kirjoittanut tämän raportin, johon on koottu kaikkien mittaustulosten yhteenveto.

Lisätietoja antaa Jukka Hopeavuori Liikennevirastosta.

Helsingissä marraskuussa 2016

Liikennevirasto
Tekniikka ja ympäristö -osasto, Tietekninen yksikkö

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO 8

2 TUTKIMUKSEN TARKOITUS 9

3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS 10
3.1 Koetaulujen sijainnit 10
3.2 Koetaulujen asettelu 12
3.3 Koetaulujen rakenne 14
3.4 Koetaulujen materiaalit 15
3.5 Koetaulujen mittauskoodit 17
3.6 Koetaulujen mittausohjelma 17

4 MITTAUKSET JA MITTAUSMENETELMÄT 18
4.1 Paluuheijastavuus 18
4.1.1 Mittalaite 18
4.2 Luminanssitekijä- ja värikoordinaatit 19
4.2.1 Mittalaitteet 19

5 MITTAUSTULOKSET 20
5.1 Paluuheijastavuus 21
5.1.1 Toistettavuus 22
5.1.2 Taulun paikan ja suunnan vaikutus paluuheijastavuuteen 23
5.2 Värikoordinaatit ja luminanssitekijä 24
5.2.1 Värikoordinaatit 24
5.2.2 Luminanssitekijä 26
5.3 Yhteenveto kaikista mittaustuloksista 27
5.3.1 Vaatimusten täyttyminen 27
5.4 Muita huomioita 28

LÄHTEET 29

LIITTEET
Liite 1 Retro Sign-paluuheijastavuusmittalaitteen tekniset tiedot
Liite 2 Vantaan koetaulujen mittaustulokset,esimerkki, taulu 1
Liite 3 Rovaniemen koetaulujen mittaustulokset, esimerkki, taulu 5

1 Johdanto

Liikennemerkkien pinnat ovat valoa heijastavia kalvoja, joiden paluuheijastavuuden tulee täyttää eri luokkien (väri, luokka) mukaiset minimivaatimukset. Paluuheijastavuus kuvaa liikennemerkkien yönäkyvyyttä ajoneuvojen ajovaloissa. Lisäksi eri väreille on omat päivänäkyvyys- ja värivaatimuksensa, jotka on ilmoitettu luminanssitekijäarvoina ja värikoordinaatteina. Vaatimukset ja määritelmät on esitetty standardissa SFS-EN 12899-1.

Pohjoismainen kenttäkoe (1997–2016) ja sen koemenetelmä, mittausmenetelmät ja laitteet sekä Suomessa tehtyjen mittausten tulokset on aiemmin esitetty väliraportissa v. 2000 [Pohjoismainen liikennemerkkikalvojen paluuheijastavuustutkimus; Väliraportti I (1997–1999) Suomi]. Koko 19 vuoden kestävyyskokeen tulokset esitetään lyhyesti tässä loppuraportissa.

2 Tutkimuksen tarkoitus

Kestävyyskokeen tarkoituksena oli selvittää eri heijastusmateriaalien kestävyys eli toimintakyky eli yö- ja päivänäkyvyys todellisissa olosuhteissa tien varrella vähintään 10 vuoden ajan.

Koetaulujen sijoituksella pyrittiin saavuttamaan mahdollisimman laaja edustavuus ajatellen koko Suomen tieverkkoa.

Koska tutkimus oli yhteispohjoismainen ja mittaukset tehtiin samoihin aikoihin ja samanlaisilla laitteilla, vertailuaineistoa saatiin muiden maiden tuloksista.

3 Tutkimuksen toteutus

Kestävyyskoe sovittiin tehtäväksi samalla tavalla kaikissa pohjoismaissa: Islanti, Norja, Ruotsi, Suomi ja Tanska, alkaen vuodesta 1997.

3.1 Koetaulujen sijainnit

Kussakin maassa valittiin kaksi koepaikkaa seuraavan taulukon (1) mukaisesti, paitsi Islannissa, jossa oli vain yksi paikka.

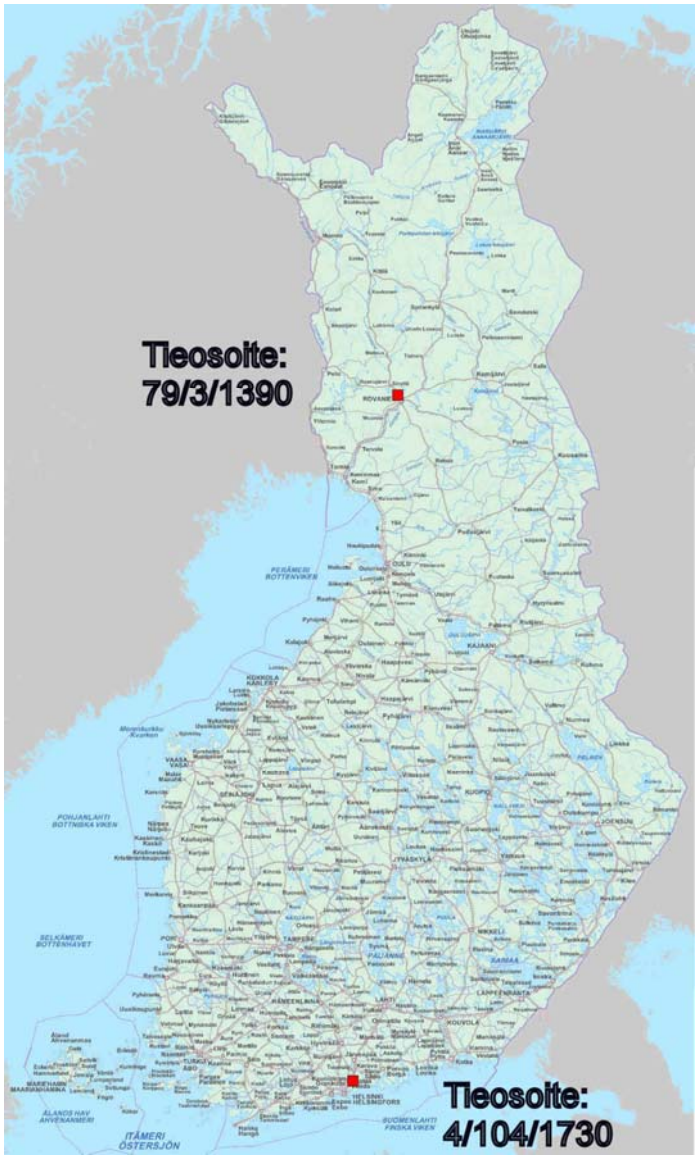
Taulukko 1. Testitaulujen sijainti eri maissa

Maa	Paikka	Koetaulujen lukumäärä	Tieosoite
Tanska	Frederiksborg	4+reference	Frederikssundsvej, 5 km South of Frederikssund
	Ribe	4	Ribe-Esbjerg, 15 km North of Ribe
Suomi	Vantaa	4+reference	Vantaa, Hakkila, Vt 4, 1,5 km Kehä III:lta pohjoiseen
	Rovaniemi	4+reference	Rovaniemeltä 10 km pohjoiseen, Kt 79
Islanti	Reykjavik	2	East of Reykjavik
Norja	Arendal	4+reference	Arendal-Kristianssand, 9 km South of Arendal
	Røros	4+reference	Røros-Trondheim, 13 km North of Røros
Ruotsi	Linköping	4+reference	At Sjögestad, 15 km North of Linköping*)
	Gamleby	4	3 km South of Gamleby
*) moved to this location from a location near Linköping after a graffiti attack in 1998			

Suomen taulujen paikat valittiin tarkoituksella hyvin erilaisilta paikoilta (ks. kuva 3): Eteläisen kohteen taulut (kuva 1) Vantaalla Vt 4 varrella joutuvat kestämään yli 50 000 KVL:n (v.2010) liikenteen aiheuttaman rasituksen suolakurabitumisumuineen, aurauksen heittämän aineksen, merkkien pesun ja lämpötilan vaihtelut nollan molemmin puolin talvisin. Sen sijaan pohjoisen kohde heti napapiirin takana, hiljaisemmalla (KVL 3000 v. 2010) tiellä Kt 79 (kuva 2), oli lähes suolaamattomalla osuudella paljon puhtaammassa ympäristössä, jossa aurauksen lisäksi liikennemerkit oli tosin tapana puhdistaa lumesta lämminvesisuihkulla.

Kuva 1. Koetaulut Vt 4 varrella Hakkilassa (kuva tammikuulta 2004, Timo Unhola)

Kuva 2. Nivankylän koetaulut tiellä Kt 79 (kuva huhtikuulta 2003, Timo Unhola)

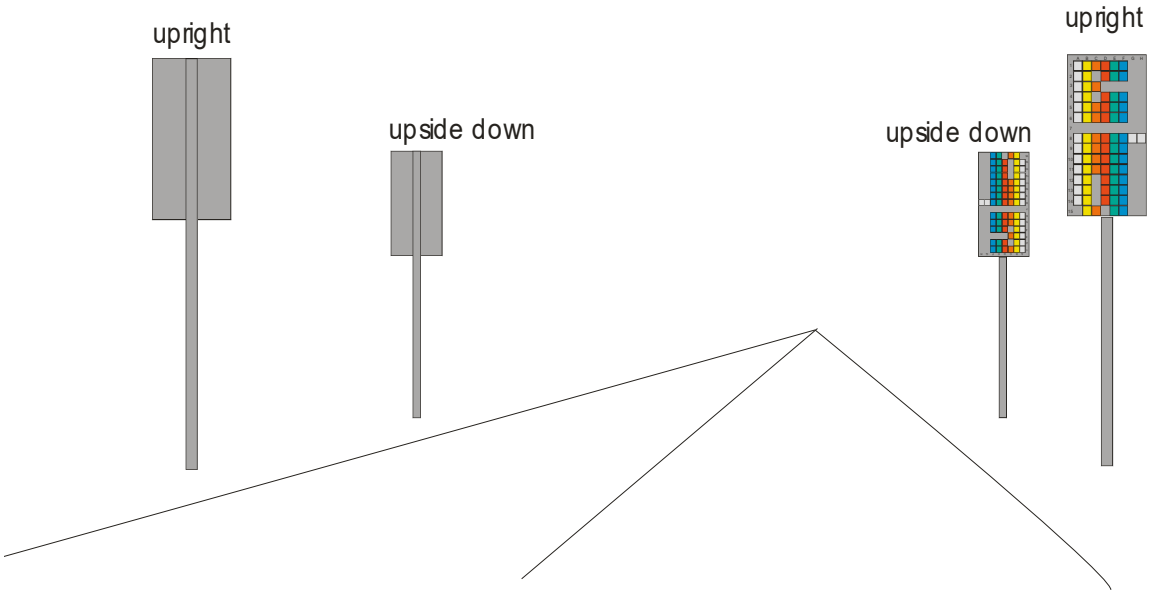


Kuva 3. Suomalaisten koetaulujen sijoituspaikat (pohjakartta Liikennevirasto)

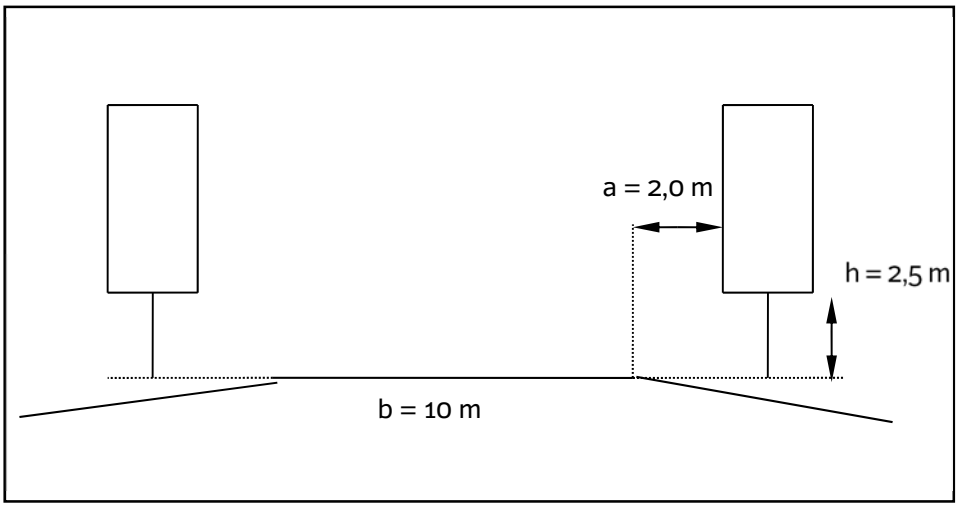
3.2 Koetaulujen asettelu

Taulut asetettiin normaalin liikennemerkin tavoin tien varrelle kussakin paikassa samalla tavalla (kuvat 4, 5 ja kansikuva): pohjoisen suuntaan kaksi taulua peräkkäin, ensin oikein- ja sitten nurinpäin (ylösalaisin), 25 m välein. Samalla lailla sijoitettiin kaksi taulua tien toiselle puolelle. Järjestelyllä pyrittiin kaikkien materiaalien rasituksen tasavertaisuuteen.

Lisäksi lähistölle pystytettiin referenssiksi yksi koetaulu, johon kohdistui vain sään vaikutus, ei lainkaan liikenteen vaikutusta.



Kuva 4. Koetaulujen sijoittelu (lähde: Durability test of retro-reflecting materials for road signs at Nordic test sites)



Kuva 5. Koealueen poikkileikkaus (lähde: Pohjoismainen liikennemerkkikalvojen paluuheijastavuustutkimus; Väliraportti I (1997–1999) Suomi)

3.3 Koetaulujen rakenne

Jokaisessa koetaulussa oli 15 eri tyyppistä kalvomateriaalia 7 eri värillä, kukin kalvolaatta oli kooltaan 10x10 cm (kuvat 6 ja 12).

	Valmistaja ja kalvotyyppi	kalvo-luokka	A Val	B Kel	C Oran	D Pun	E Vih	F Sin	G Corlite	H 10 v	lkm
1	Stimsonite 6200 (HPG)	E							1G/ val	1H/ kel	8
2	Stimsonite 4500 (met.)	E							2G/pu	2H/ vih	7
3	Fasson 1500 (EG)	2									3
4	Fasson 2500 (SEG)	2+									5
5	3M 2200/3200 (EG)	2									6
6	3M 2800/3800 (HI)	1									6
7	Corlite 7 v	2	7A	7B	7C	7D	7E	7F			6
8	3M 3990 (DG/MP)	E							8G	8H	8
9	Seilbulite 7000/ 8000 (EG)	2									6
10	Seilbulite 17000/ 18000 (SEG)	2+									6
11	Seilbulite 700/ 800 (ULG)	1									6
12	Kiwalite 2000 (EG)	2									5
13	Kiwalite 12000 (SEG)	2+									5
14	Kiwalite 2200 (HI)	1									5
15	Reflexite	E									4
											86

Huom.

ei testikalvoa

vain Suomessa testattavat kalvot

8G ja 8H — 8G valk. antidugg ja 8H valk. Vandal sikker, valmistaja 3M ja kalvoluokka E

oik. ylänurkka — Corlite 10 v, kalvoluokka 1

Kuva 6. Testikalvojen sijainti koetaulussa (lähde: Pohjoismainen liikennemerkkikalvojen paluuheijastavuustutkimus; Väliraportti I (1997–1999) Suomi)

Suomessa tauluihin oli lisätty vielä joitakin vain meillä käytössä olevia kalvoja (Corlite) niin, että taulujen kalvovaihtoehtojen kokonaismääräksi tuli 86 taulua kohti.

Kukin kalvoruutu oli yksilöity pystysuuntaan numeroilla 1-15 ja vaakasuuntaan kirjaimilla A–H. Esim. 8G oli erityisesti suunniteltu sumuisiin olosuhteisiin ja 8H sotkemisen kestäväksi.

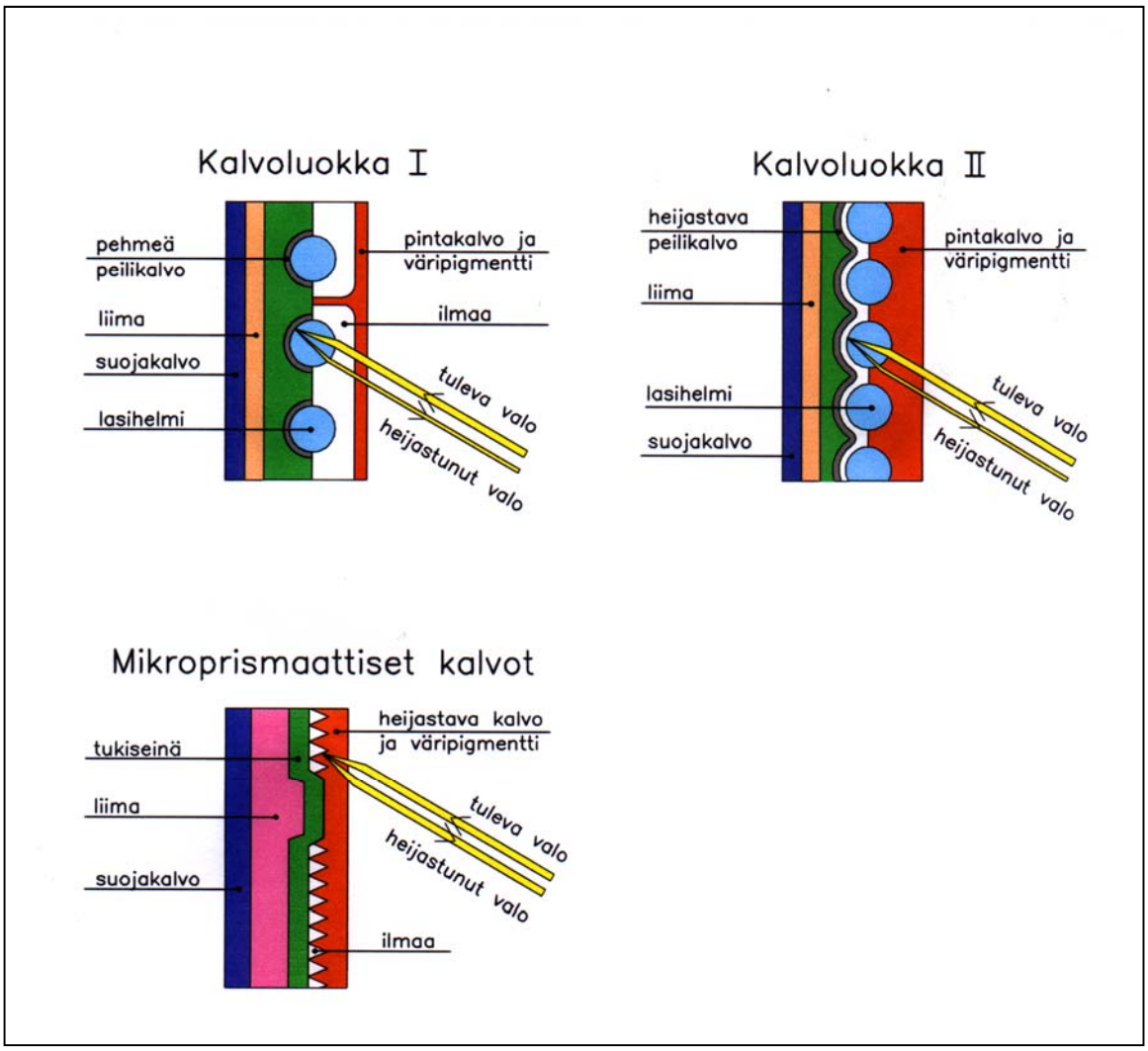
3.4 Koetaulujen materiaalit

Eri kalvomateriaalit on seuraavassa taulukossa (2) esitetty luokittain.

Taulukko 2. Testikalvojen kalvoluokat (lähde: Pohjoismainen liikennemerkkikalvojen paluuheijastavuustutkimus; Väliraportti I (1997–1999) Suomi)

Testikalvot ja niiden kalvoluokat	Rivi	
Kalvoluokka E	**HPG- & DG- ym. uudet kalvot**	
- uusi luokka, millä ei ole vielä sovittua luokkatunnusta, uusi heijastuvuus-taso	1	Stimsonite 6200 HPG
	2	Stimsonite 4500 met.
	8	3M 3990 DG
	15	Reflexite
	17	3M antidugg
	18	3M vandalsikker
Kalvoluokka 1	**HI- & ULG- kalvot**	
- nykyiset käytetyt kalvot	6	3M 2800/3800
	11	Seibulite 700/ 800 ULG
	14	Kiwalite 22000
	16	Corlite 10 v.
Kalvoluokka 2+	**Super EG eli SEG –kalvot**	
- parannettu heijas-tuvuustaso	4	Fasson 2500
	10	Seibulite 17000
	13	Kiwalite 12000
Kalvoluokka 2	**EG –kalvot**	
- nykyisin käytetyt kalvot	3	Fasson 1500
	5	3M 2200/ 3200
	9	Seibulite 7000/ 8000
	12	Kiwalite 2000
	7	Corlite 7 v.

Kaavakuva eri kalvotyyppien rakenteesta on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Liikennemerkkikalvojen rakenne (lähde: Pohjoismainen liikennemerkkikalvojen paluuheijastavuustutkimus; Väliraportti I (1997–1999) Suomi)

3.5 Koetaulujen mittauskoodit

Kukin koelaatta ja sen mittausarvo koodattiin yhden taulun koordinaattien (n, A-H, kuva 6) lisäksi suunnan (etelä/pohjoinen), asennon (oikeinpäin, ylösalaisin), maan, paikan, kalvotyypin, värin, mittausajankohdan ja joidenkin erikoisominaisuuksien mukaan niin, että kukin mittausarvo tuli yksiselitteisesti määriteltyä (ks. liitteet 2 ja 3). Samalla erilaisten analyysien teko helpottui.

3.6 Koetaulujen mittausohjelma

Paluuheijastavuus mitattiin aluksi joka vuosi paikan päällä pystyssä olevista tauluista, joko jatkovarren, tikkaiden tai nosturin avulla. Myöhemmin siirryttiin käytäntöön, jossa taulut otettiin alas mittausta varten. Kummassakin menettelyssä on omat hyvät ja huonot puolensa. Alas ottamalla ja varikolle mittausta varten kuljettamalla taulut ovat vaarassa saada ylimääräisiä vaurioita ja paikalla mitatessa (kuva 8) taas vaarana on virhemittaukset.

Kuva 8. Koetaulujen mittaus paikan päällä Hakkilassa (syyskuu 2001, Timo Unhola)

Mittausohjelman mukaisesti taulujen paluuheijastavuus mitattiin kesäisin, alussa vuosittain, myöhemmin harvemmin, siis vuosina 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2010, 2012, 2013 ja 2016. Tällöin koetaulujen ikä oli mittausta tehdessä: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 15, 16 ja 19 vuotta. Värikoordinaatit mitattiin 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 ja 2016.

4 Mittaukset ja mittausmenetelmät

Ensimmäisinä vuosina mitattiin vain paluuheijastavuutta mutta vuodesta 2001 lähtien on mitattu myös värikoordinaatit.

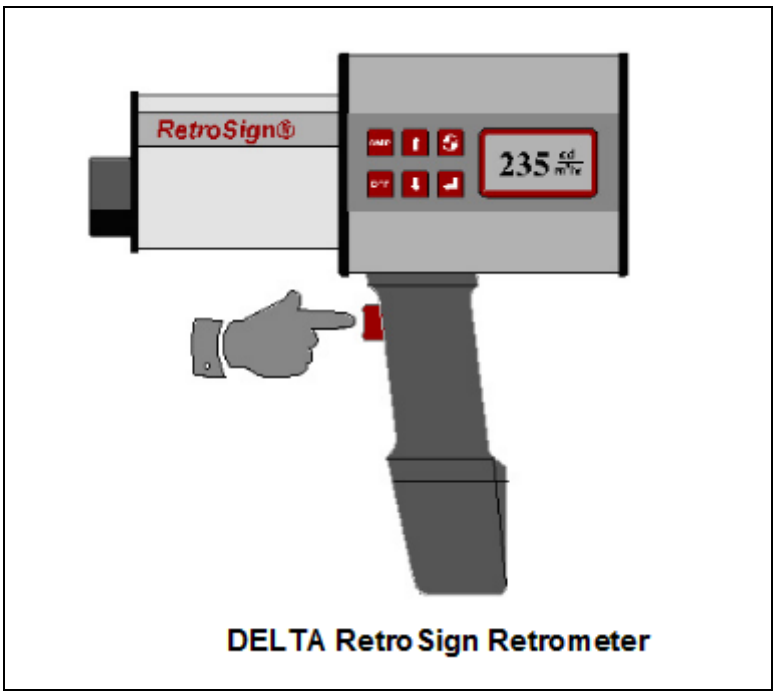
Mitattavat pinnat on pyyhitty kostealla kankaalla n. tuntia ennen mittausta.

4.1 Paluuheijastavuus

Liikennemerkkikalvon paluuheijastavuus mitataan aivan pinnan läheltä tätä varten suunnitellun laitteen avulla. Kaikki Suomen mittaukset on tehty samalla laitteella, nimeltään RetroSign, joka on tanskalaisen Delta Light & Optics Oy:n kehittämä akkukäyttöinen laite (kuva 9). Hajavalon eliminoimiseksi mittauspään ympärillä käytettiin pyöreää varjostinta. Laite tallentaa muistiin kunkin mittauksen paluuheijastavuusarvon cd / lx / m² -yksikkönä.

4.1.1 Mittalaite

Laitteen rakenne mahdollistaa mitattavaan pintaan kohdistuvan valon paluuheijastuman (valotiheyden) mittaamisen eri kulmista katsottuna. Tässä kokeessa käytettiin geometriaa 0,33°/5° (0,33° havainto- ja 5° valaisukulma). Laitteen tekniset tiedot on esitetty liitteessä 1.



Kuva 9. RetroSign-mittalaite

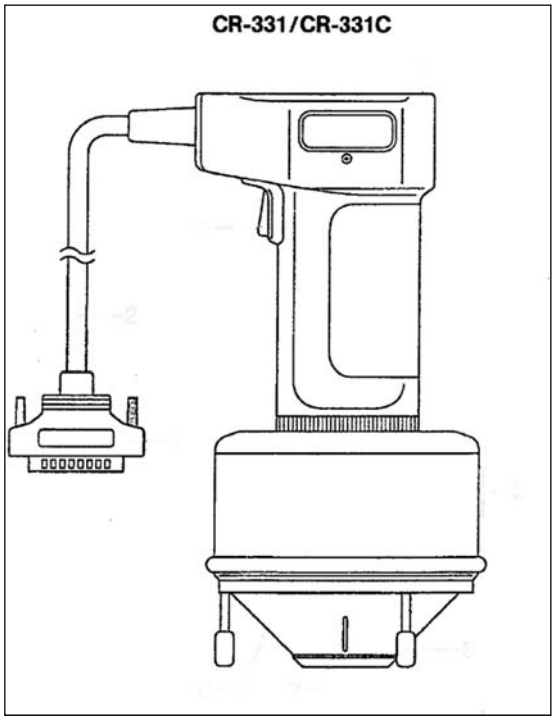
4.2 Luminanssitekijä- ja värikoordinaatit

Värien mittaaminen kalvomateriaaleista tehdään mitattavaan pintaan kiinni asetettavalla laitteella, joka mittaa pinnan luminanssitekijän ja värikoordinaatit (CIE) kolmen mittauksen keskiarvona, joka tallennetaan laitteen muistiin.

4.2.1 Mittalaitteet

Värimittauksessa käytettiin Minoltan värimittareita, tyyppiä CR-331C (kuva 10) ja viimeisessä mittauksessa vastaavaa laitetta CM-2500c (kuva 11), jotka molemmat käyttävät samaa geometriaa: valaisukulma 45° ja mittaus(havainto)kulma 0°. Valolähteenä kummassakin on D65 mukainen salamavalo, mutta CR-331C:n mittausalan halkaisija on 25 mm, CM-2500c:n 7/11 mm.

Kun kummassakin mittaus on kolmen mittauksen keskiarvo, siirrettiin CM-2500c:llä tehtävissä mittauksissa laitetta n. 2 cm jokaisen mittauksen välillä, jotta saatiin edustava keskiarvo kustakin kalvolaatasta.

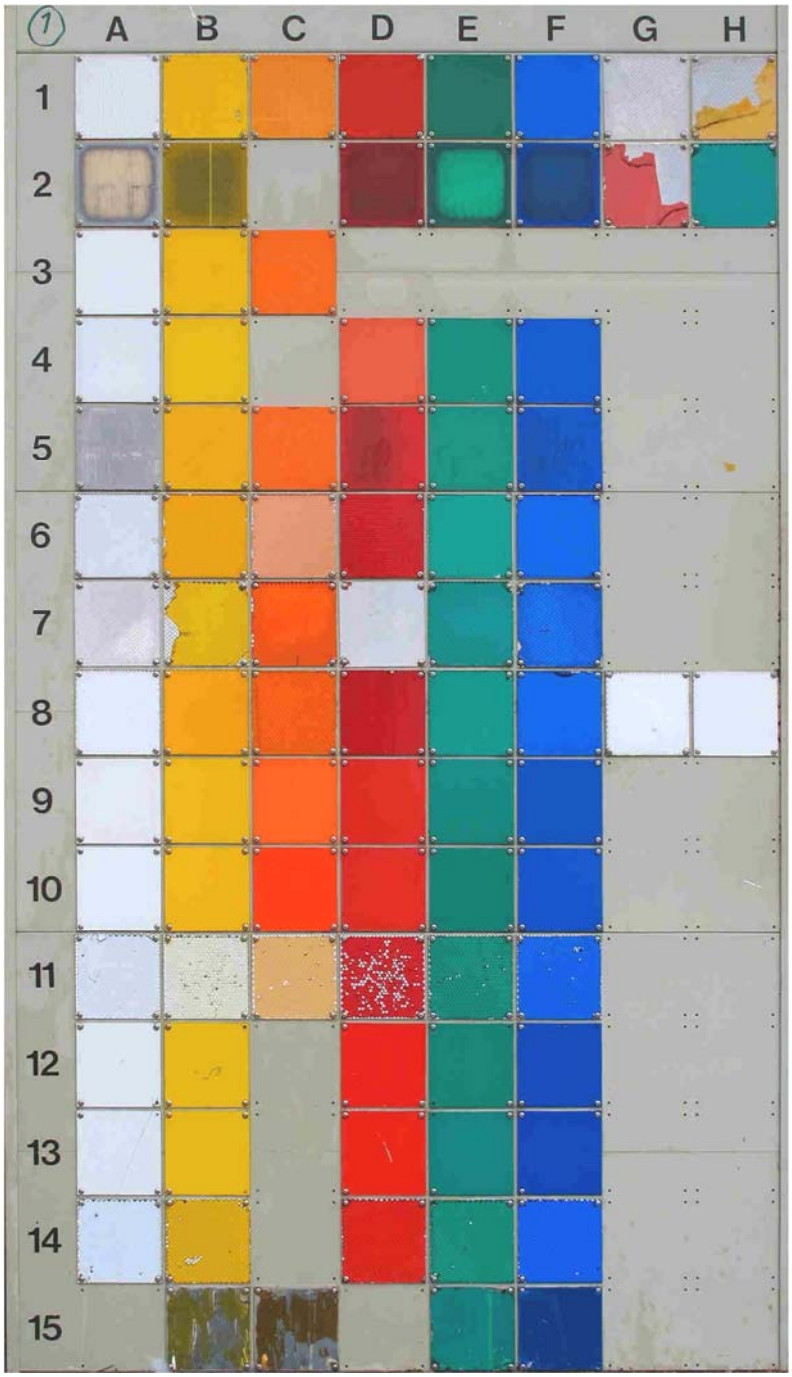


Kuva 10. Vanhempi Minoltan mittareista, CR-331C (45/0, D65, halk. 25 mm)

Kuva 11. KONICA MINOLTA CM-2500c (45/0, D65, halk. 7/11 mm)

5 Mittaustulokset

Kun mittaustuloksia Suomesta tuli joka vuosi 10 taulua x 86 kalvolaattaa = 860 tulosta kummallakin menetelmällä ja värimittaukseen sisältyy sekä luminanssitekijä että x ja y -koordinaatit, oli tulosarvoja joka vuosi siis 4 x 860 = 3440. Lisäksi paluuheijastavuus varmistettiin viimeisinä mittauskertoina kahdella eri henkilön tekemällä peräkkäisellä mittauksella, joista analyysiin otettiin keskiarvo. Dataa oli siis runsaasti (ks. Liite 2 ja 3).



Kuva 12. Esimerkkikuva kantatie 79 koetaulusta 1, ikä 19 vuotta (kuva kesäkuulta 2016, Timo Unhola).

5.1 Paluuheijastavuus

Liikennemerkkien toiminnallisuusvaatimukset on asetettu koskemaan tietyn geometrian mukaisesti mitattua paluuheijastavuutta. Eri kalvoluokilla ja väreillä on omat vaatimuksensa (taulukko 3).

Lisäksi kalvojen tulee säilyttää paluuheijastavuutensa niin, että kalvoluokassa 1 liikennemerkin kalvon eri osien tulee säilyttää heijastuvuuskyvystään vähintään 50 % minimiarvosta 10 vuotta ja vastaavasti kalvoluokassa 2 liikennemerkin kalvon eri osien tulee säilyttää heijastuvuuskyvystään vähintään 50 % minimiarvosta 7 vuotta.

Silkkipainamalla tehtyjen kalvon osien heijastuskyky saa olla enintään 30 % taulukon minimiarvoja pienempi kummassakin kalvoluokassa.

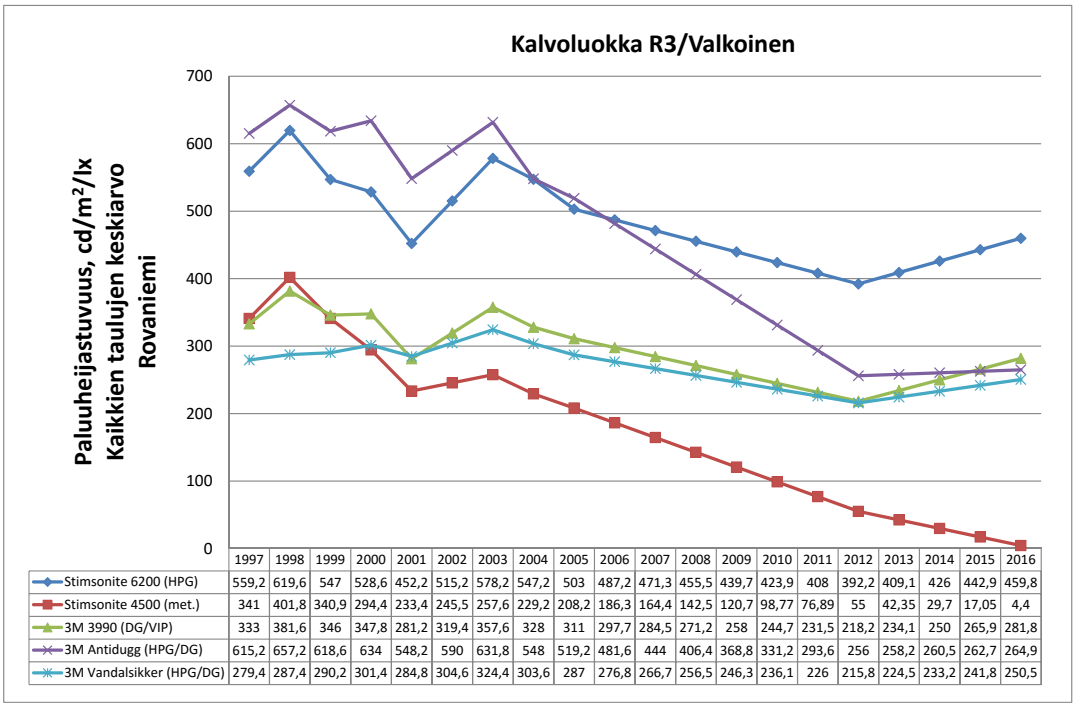
Taulukko 3: Liikennemerkkikalvojen kuntoluokat uutena (lähde: Pohjoismainen liikennemerkkikalvojen paluuheijastavuustutkimus; Väliraportti I (1997–1999) Suomi

Liikennemerkkikalvojen heijastuvuuden kuntoluokat (cd / lx / m2)					
	Kuntoluokka				
Kalvoluokka 1	5	4	3	2	1
Valkoinen	180	144	108	72	< 72
Keltainen	122	98	73	49	< 49
Oranssi	65	52	39	26	< 26
Punainen	25	20	15	10	< 10
Vihreä	21	17	13	8	< 8
Sininen	14	11	8	6	< 6
Kalvoluokka 2					
Valkoinen	50	40	30	20	< 20
Keltainen	35	28	21	14	< 14
Oranssi	20	16	12	8	< 8
Punainen	10	8	6	4	< 4
Vihreä	7	6	4	3	< 3
Sininen	2	2	1	1	< 1

Paluuheijastavuus heikkenee ajan myötä. Tähän on varmasti useita syitä, ainakin likaantuminen ja ulkopinnan naarmuuntuminen alentavat heijastuvuutta. Koekalvot puhdistettiin joka kerran ennen mittausta niin, että ainakaan ulkopinnan likaantuminen ei nyt tulosta heikentänyt.

Seuraavassa kuvassa (kuva 13) on esimerkki Rovaniemen kaikkien taulujen keskiarvon muutoksesta joillakin valkoisilla materiaaleilla. Huomattavaa on, että v. 2012 arvoissa lienee jokin systemaattinen virhe, joka alentaa arvoa mitä ilmeisimmin 10–20 %. Sen syytä ei ole saatu selville. Alkuvuosien käyrän vaihtelut saattavat myös johtua vastaavanlaisista virheistä tai sitten puhdistustekniikassa on ollut eroja.

Alin käyrä kuvaa erään materiaalin kehitystä kohti täysin vaurioitunutta kalvoa, mikä ei näytä johtuneen mistään ulkopuolisesta syystä vaan on ollut järjestelmällinen ja jatkuva.

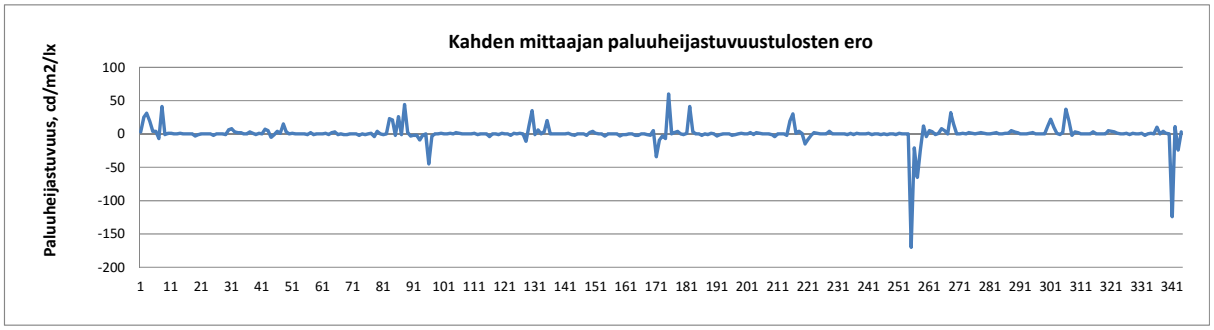


	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Stimsonite 6200 (HPG)	559,2	619,6	547	528,6	452,2	515,2	578,2	547,2	503	487,2	471,3	455,5	439,7	423,9	408	392,2	409,1	426	442,9	459,8
Stimsonite 4500 (met.)	341	401,8	340,9	294,4	233,4	245,5	257,6	229,2	208,2	186,3	164,4	142,5	120,7	98,77	76,89	55	42,35	29,7	17,05	4,4
3M 3990 (DG/VIP)	333	381,6	346	347,8	281,2	319,4	357,6	328	311	297,7	284,5	271,2	258	244,7	231,5	218,2	234,1	250	265,9	281,8
3M Antidugg (HPG/DG)	615,2	657,2	618,6	634	548,2	590	631,8	548	519,2	481,6	444	406,4	368,8	331,2	293,6	256	258,2	260,5	262,7	264,9
3M Vandalsikker (HPG/DG)	279,4	287,4	290,2	301,4	284,8	304,6	324,4	303,6	287	276,8	266,7	256,5	246,3	236,1	226	215,8	224,5	233,2	241,8	250,5

Kuva 13. Esimerkki joidenkin valkoisten koekalvojen paluuheijastavuudesta 19 vuoden aikana Rovaniemellä.

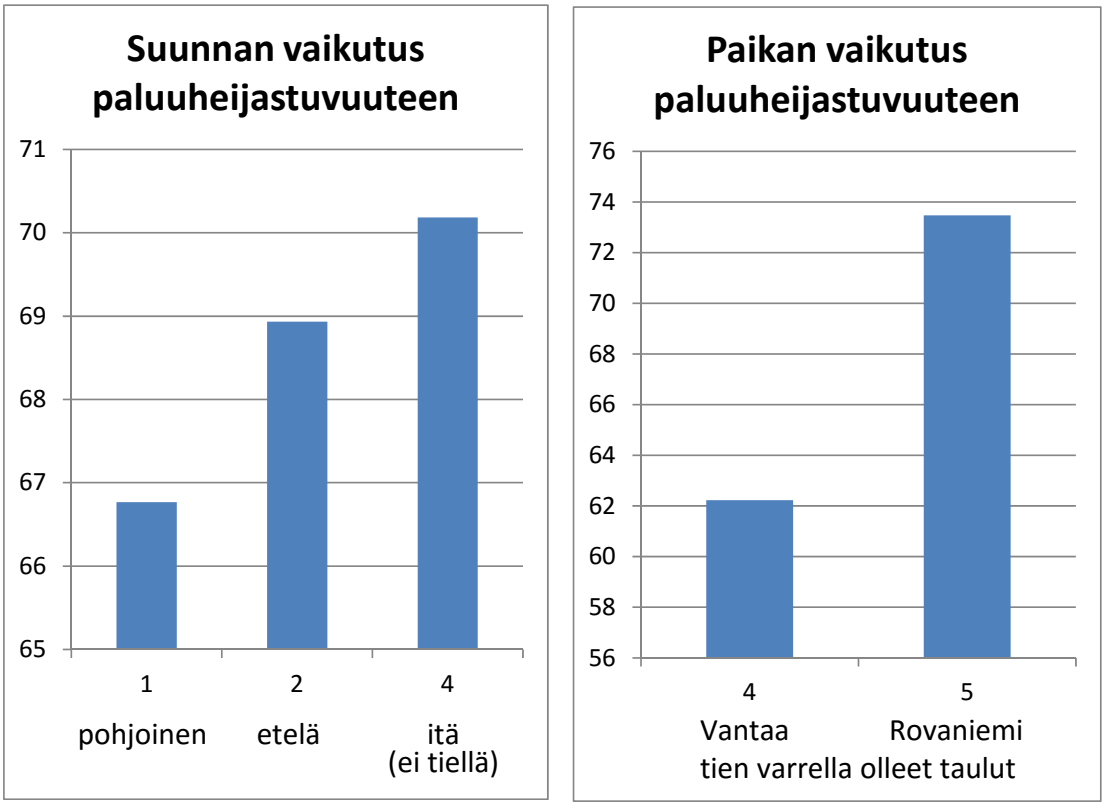
5.1.1 Toistettavuus

Paluuheijastavuuden mittauksen toistettavuudessa oli useassa yhteydessä havaittu ongelma. Kun kaksi henkilöä mittasi samat koekalvot peräkkäin näennäisesti samalla tavalla, saatiin pahimmassa tapauksessa jopa 170 cd / lx / m2 ero (99 vs. 269). Pienempiä mutta merkittäviä eroja oli useassa muussakin mittauksessa (kuva 14). Lähemmin tarkasteltuna osoittautui, että kaikki mittaukset, joissa oli suuria eroja, olivat ns. mikroprismaattisista kalvoista. Ilmeisesti näiden kalvojen heijastama valo vaihteli huomattavasti pienellä alalla tai mittarin eri asentokulmilla. Koska kyseessä ei ollut tunnettu ilmiö, on eroista huolimatta mittausarvoksi otettu näiden kahden mittauksen keskiarvo.



Kuva 14. Paluuheijastavuustulosten ero kahden mittaajan tuloksissa.

5.1.2 Taulun paikan ja suunnan vaikutus paluuheijastavuuteen

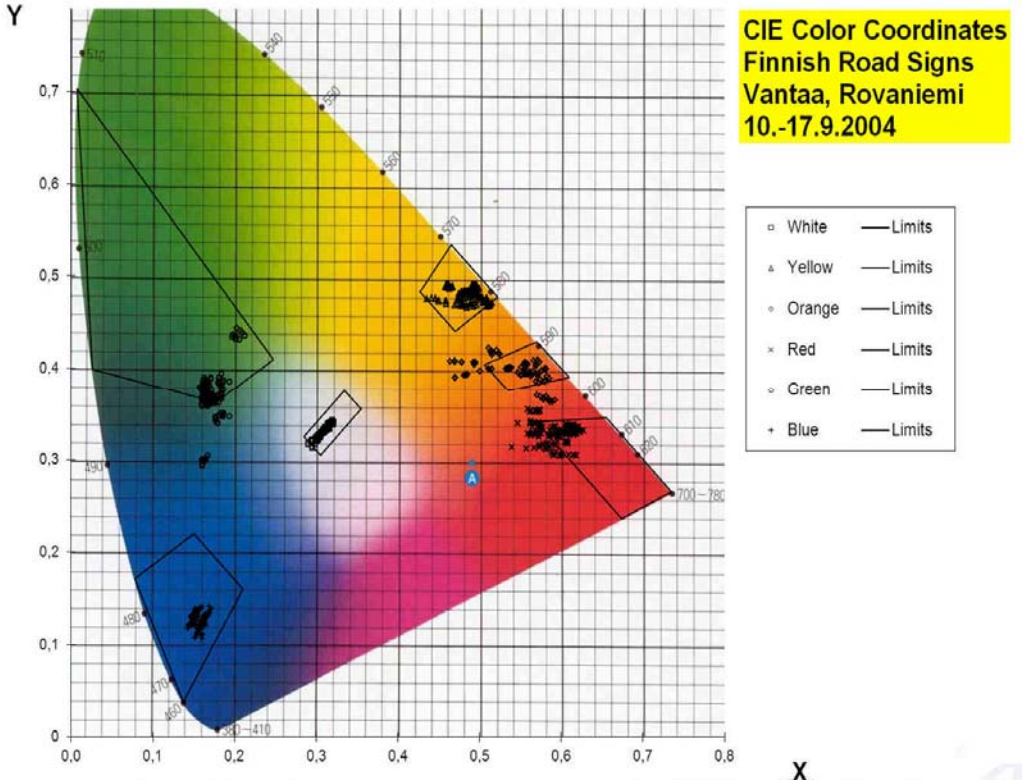


Kuva 15. Ilmansuunnan ja paikan vaikutus paluuheijastavuuteen

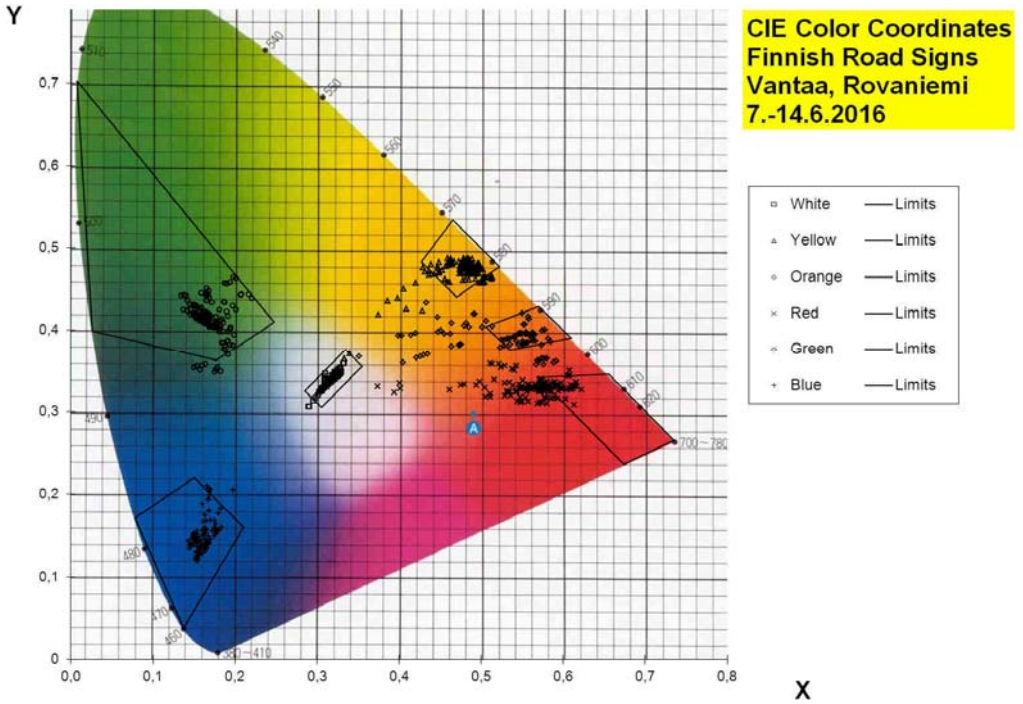
Tuloksista voidaan päätellä, että kalvojen paluuheijastavuuden heikkeneminen on lähes ilmansuunnasta riippumaton. Keskiarvoissa eri suuntien välillä on vain kuvan 15 osoittamat pienet erot. Tässä oli vertailtu sekä tiellä että varikon pihalla olleita tauluja. Koepaikan vaikutus on jonkin verran selvempi, Vantaalla kaikkien tien varrella olleiden taulujen paluuheijastavuuden keskiarvo on 11 cd/m2/lx pienempi kuin Rovaniemellä.

5.2 Värikoordinaatit ja luminanssitekijä

5.2.1 Värikoordinaatit



Kuva 16. Koelaattojen värit CIE-koordinaatistossa v. 2004. Vaatimusalueet on esitetty nelikulmioina.



Kuva 17. Koelaattojen värit CIE-koordinaatistossa v. 2016. Vaatimusalueet on esitetty nelikulmioina.

Värivaatimusalueen ulkopuolella 2016 (kuva 17):

Vantaa (4):
Valkoinen (1) 0/ 68 (pohjoinen (2) 0/34, etelä (1) 0/34)
Keltainen (2) 6/64 (pohjoinen (2) 5/32, etelä (1) 1/32) ulkona rivit 11, 15
Oranssi (3) 16/40 (pohjoinen (2) 8/20, etelä (1) 8/20) ulkona rivit 6, 11 ja 15, rivi 10 liian punainen
Punainen (4) 0/56 (pohjoinen (2) 0/28, etelä (1) 0/28) ulkona rivit 6, 11 ja 15
Vihreä (5) 4/60 (pohjoinen (2) 2/30, etelä (1) 2/30) ulkona rivi 15
Sininen (6) 4/56 (pohjoinen (2) 2/28, etelä (1) 2/28)

Rovaniemi (5):
Valkoinen (1) 2/ 68 (pohjoinen (2) 0/34, etelä (1) 2/34)
Keltainen (2) 8/64 (pohjoinen (2) 6/32, etelä (1) 2/32) ulkona rivit 11, 15
Oranssi (3) 18/49 (pohjoinen (2) 8/20, etelä (1) 6/20) ulkona rivit 6, 11 ja 15 (pari rivillä 1)
Punainen (4) 32/56 (pohjoinen (2) 20/28, etelä (1) 12/28) ulkona lähes kaikki rivit, vähiten 1, 5, 12.
Vihreä (5) 4/60 (pohjoinen (2) 2/30, etelä (1) 2/30) ulkona rivi 15
Sininen (6) 0/56 (pohjoinen (2) 0/28, etelä (1) 0/28)

Yleisiä huomioita:
Valkoiset kalvot ovat pysyneet vaatimusalueella, jos kalvo on paikallaan.
Keltaiset ovat haalistuneet eli siirtyneet kohti valkoista (noin kymmenesosa).
Oranssit haalistuneet tai siirtyneet kohti keltaista tai jo alussa (2004) liian punaisia (rivi 10).
Punaiset haalistuneet (jo alussa vaatimusalueen nurkassa) tai siirtyneet oranssin suuntaan mutta vain Rovaniemellä. Syy tähän ainoaan selvään poikkeamaan eri paikkakuntien koetaulujen välillä ei ole selvinnyt.
Vihreät siirtyneet kohti sinistä (vain kymmenkunta) tai jo kokeen alussa (2004) liian sinisiä.
Siniset haalistuneet (vain muutama).

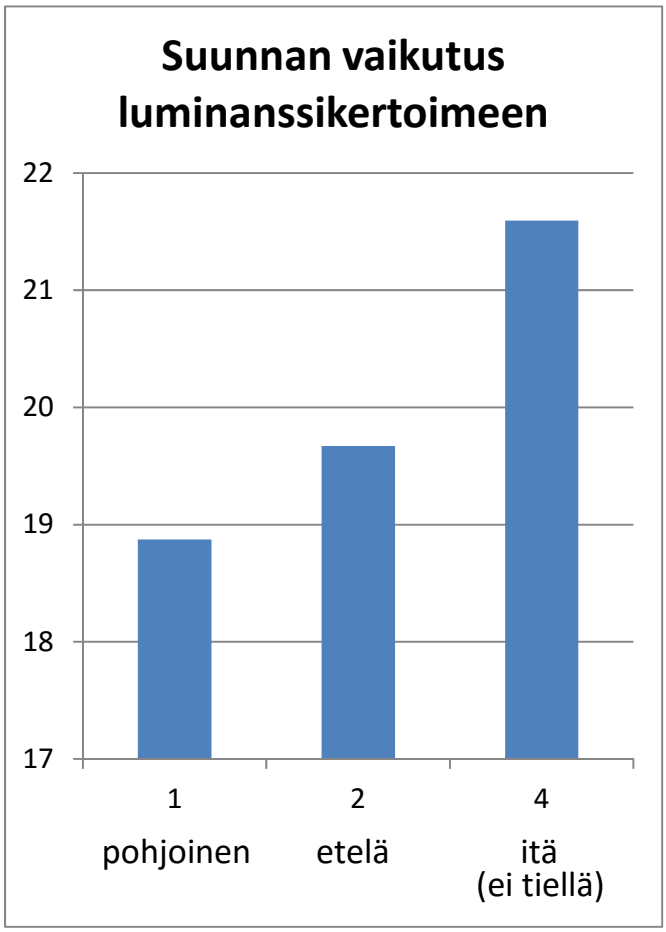
Oranssia käytetään Suomen liikennemerkeissä vain hyvin vähän (vaarallisten aineiden kuljettaminen), joten niiden siirtymät tuskin aiheuttavat huolta. Sen sijaan punaisen voimakas haalistuminen, tummuminen tai siirtyminen pohjaväri keltaisen suuntaan voi olla ongelma. Tällaista ei kuitenkaan juuri esiintynyt poislukien kalvon irtoamiset, jotka tietenkin johtavat täysin värin muuttumiseen kalvon alla olevan (usein valkoisen) kerroksen väriseksi.

Yhteenvetona väreistä voisi sanoa, että vaikka suuri osa koekalvoista on siirtynyt melko tiukkojen värivaatimusalueiden ulkopuolelle, ei se vielä kuitenkaan aiheuta merkkien väärintulkintaa paitsi tapauksissa, joissa kalvo on kokonaan irronnut ja väri muuttuu pohjakerroksen väriseksi (usein valkoinen).

5.2.2 Luminanssitekijä

Luminanssitekijä kuvaa liikennemerkkien näkyvyyttä (kirkkautta) päivänvalossa. Se ilmoitetaan suhdelukuna 0–1 (tai 100), jossa 0 on täysin musta ja 1 (tai 100) on kirkkain mahdollinen arvo. Koska luminanssitekijä mitataan samalla geometrialla kuin värit (45/0), sen voidaan sanoa vastaavan keskipäivän aurinkoa valaisemassa suoraan liikennemerkkiin. Koska eri värit absorboivat valoa hyvin eri tavoin, on eri värien vaatimuksissa suuret erot. Valkoisen minimivaatimus on 0,35 ja sinisen 0,01, esimerkiksi.

Luminanssikertoimen voisi olettaa muuttuvan aurinkoa kohti olleissa koekalvoissa enemmän kuin pohjoiseen päin olleissa. Keskiarvossa tämä ei kuitenkaan juuri näy (kuva 18), tien varrella olleet kalvot olivat hieman tummuneet referenssitauluun verraten.



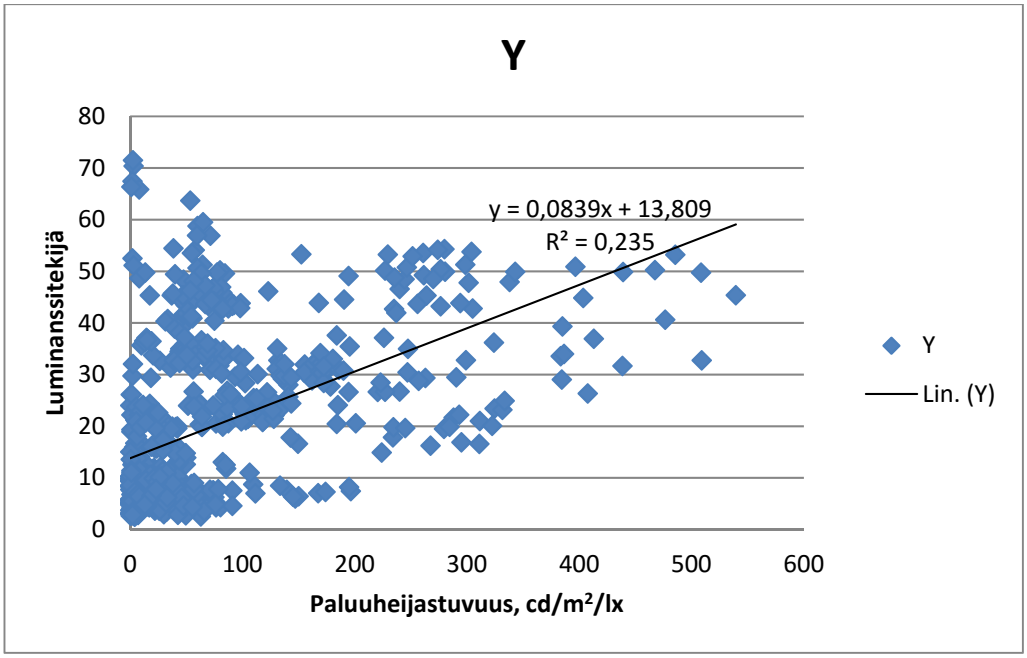
Kuva 18. Suunnan vaikutus luminanssikertoimeen

Vaatimuksen alittivat valkoisista varsinkin rivien 2, 5, 11 ja 14 materiaalit, jotka olivat kaikissa tauluissa 19 vuoden jälkeen minimivaatimusrajan 0,35 alapuolella. Huomioitavaa tässä on, että rivien 11 ja 14 materiaalit paluuheijastivat silti vielä hyvin.

Toisin sanoen päivänäkyvyyden huonontuminen ei välttämättä johda yönäkyvyyden heikkenemiseen. Erityisen valkoisia olivat rivin 7 kalvot tällä mittausgeometrialla mitattuna, vaikka ne eivät hajavalossa otetuissa valokuvissa (kuva 12) ole suinkaan valkoisimpia. Tämä saattaa olla osoitus mittausmenetelmien puutteellisesta kyvystä simuloida kaikkia mahdollisia valaistusolosuhteita.

5.3 Yhteenveto kaikista mittaustuloksista

Päivänäkyvyyden riippuvuus yönäkyvyydestä ei ole kovin selkeä (ks. kuva 19). Tämä on erityisen silmiinpistävää koetaulun rivillä 1, jonka kalvot heijastavat hyvin (ks. kansikuva) mutta eivät päivällä näytä erityisen valkoisilta (ks. kuva 12).



Kuva 19. Päivänäkyvyyden riippuvuus yönäkyvyydestä (kaikki materiaalit 19 v altistuksen jälkeen).

5.3.1 Vaatimusten täyttyminen

Kun vertaillaan vaatimusten täyttymistä eri paikoilla (taulukko 4), on ilmeistä, että liikenteen vaikutus etelässä ei ole vaikuttanut kalvojen toimintakykyyn niin paljon kuin oli oletuksena, oikeastaan päinvastoin. Etelään päin suunnatuissa tauluissa Vantaalla oli lisäksi vähemmän vaatimuksia täyttämättömiä kuin pohjoiseen suunnatuissa. Tämäkin on vastoin odotettua tulosta, etelään suunnatut taulut saavat eniten auringon valoa. Kaikkein huonoin tilanne oli kokonaan liikenteen vaikutusalueen ulkopuolella, Rovaniemen tukikohdan pihalla sijainneessa taulussa (ks. taulukko 4, taulu 5). Eniten tähän on vaikuttanut punaisen värin muutokset tässä taulussa, vain 4 materiaalia 14:stä täytti vaatimukset. Erikoista tässä taulussa oli se, että se oli nyt mitatuista ainoa, joka oli asetettu itään päin.

Selittäviä tekijöitä voi vain arvailla: voisiko kalvojen likaisuus suojata niitä UV-valon vaikutukselta?

Kalvojen kestävyydestä voidaan antaa hyvä yleisarvosana: yli 64 prosenttia eli lähes kaksi kolmasosaa kaikista kokeessa olleista kalvoista täytti uuden kalvon vaatimukset vielä 19 vuoden altistumisen jälkeen (taulukko 4). Eniten vaatimuksen täyttymättömyys johtui värimuutoksista.

Yleisesti ottaen 20 vuotta vanhojen kalvotyyppien toiminta ei anna paljoakaan informaatiota tämän päivän edelleen kehitettyjen kalvojen toimintakyvystä.

Taulukko 4. Koekalvojen yhteenveto, uuden kalvon vaatimuksen täyttyminen 19-vuotiaana.

		ei täytä uuden vaatimusta
Vantaa	taulu 1	22/86
	taulu 2	20/86
	taulu 3	33/86
	taulu 4	35/86
Roi	taulu 1	34/86
	taulu 2	34/86
	taulu 3	36/86
	taulu 4	28/86
	taulu 5	37/84
Yhteensä		279/772
ei täytä vaatimusta		36 %
täyttää vaatimuksen		64 %

5.4 Muita huomioita

Koelaattojen kiinnittämiseen käytetyistä ruuveista osa oli varsin ruostuvaa laatua. Varsinkin Vantaan taulujen joistakin ruuveista alaspäin valui ruskeat ruostevanat (ks. Liite 2). Tämä koski oletettavasti juuri Suomessa jälkeenpäin asennettujen laattojen ruuveja.

Muutenkin taulujen likaisuudessa oli odotetusti suuri ero Vantaan ja Rovaniemen välillä. Vantaan taulujen likaisuus ei tosin ilmeisesti huonontanut tuloksia puhdistettuina mitatuista kalvoista.

Koemateriaalien pienten, 10x10 cm kokoisten laattojen kiinnitys ruuveilla kalvon läpi saattoi edistää joissakin tapauksissa kalvon irtoamista, koska kalvon irtoamista edeltävä halkeaminen alkoi nurkista.

Lähteet

Pohjoismainen liikennemerkkikalvojen paluuheijastuvuustutkimus; Väliraportti I (1997–1999) Suomi (Havu, Linsén, v. 2000)

Durability test of retro-reflecting materials for road signs at Nordic test sites – Ageing model for the retro-reflectivity after further exposure. Kai Sørensen, April 2011

Retro Sign-paluuheijastavuusmittalaitteen tekniset tiedot

Yleiset ominaisuudet	
Geometria	DIN 67520: 5 °/ 0.33 °
Valaisu kulma	+5 °
Valaisu /havainto kulma	0.33 °
Valolähteen aukkokulma	0.16 °
Vastaanottimen aukkokulma	0.16 °
Mittausalueen halkaisija	ø 30 mm
Valolähde	CIE valaisuvoimakkuus "A"
Vastaanottimen herkkyys	CIE S002
Vastaanottimen tarkkuus	(CIE julkaisu no. 69) f1' < 5%
Min. lukema (cd/ lx·m2)	0
Max. lukema (cd/ lx·m2)	Typ. 2000
Sähköiset ominaisuudet	
EMC	EN 50081 -1
EN	50082 -1
Virtalähde, akku:	Vaihdettava NiCd 9.6 V / 1.2Ah
	Bosch, valm.numero: 2 607 335 012
ulkoinen laturi	Jännite 230 VAC (voltti, vaihtovirta)
latausaika	Noin 15 minuuttia
Muistitila	30 Kbyte (> 1000 mittausta)
Tiedon säilyminen (hankinnasta)	Typ. 5 vuotta
Liitäntä	RS 232
Tiedonsiirto asetukset	9600, N, 8, 1
Tiedonsiirron hallinta	Xon/ Xoff
Ympäristöominaisuudet	
Toiminta- ja säilytyslämpötila	0 °C to + 45 °C
Suhteellinen kosteus	Ei kondensoitumista
Mekaaniset ominaisuudet	
Max. pituus	300 mm
Max. leveys	80 mm
Max. korkeus	340 mm
Paino	noin 2 kg
Toimituspaino	noin 4 kg
Rakenne	
Kotelo	Alumiini
Näppäimistö	Muovipäällysteinen

Vantaan koetaulujen mittaustulokset, esimerkki, taulu 1

Road Sign Sheetings Durability Nordic

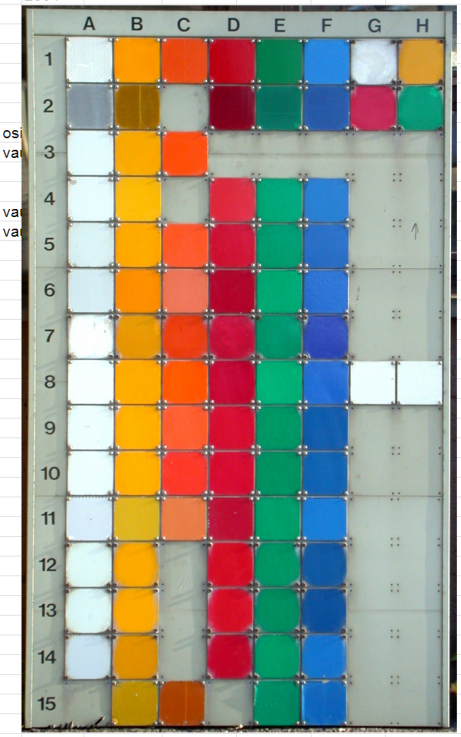
Vantaa 7.6.2016 punainen = ei täytä vaatimusta

See comments and observations below (O43,473)

Pictures (comments)

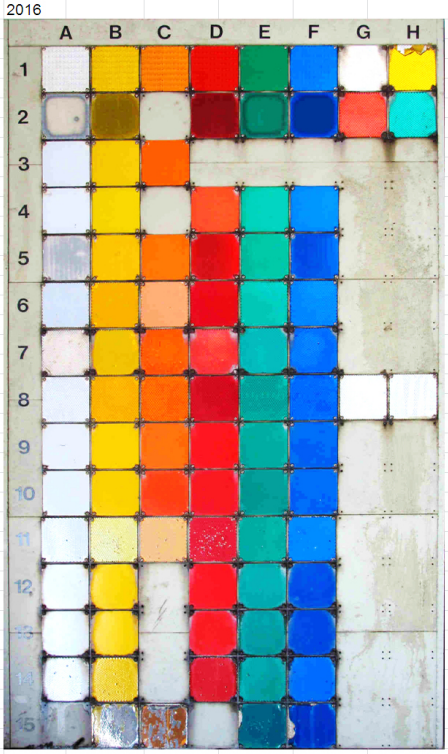
R	Y	x	y	plats	tavla	folie	färg	typ	tid	riktning	sprayad	läge	
404	44,87	0,3125	0,3322	4	1	1	1	4	20	2	0	1A	
384	33,57	0,477	0,4754	4	1	1	2	4	20	2	0	1B	
312	21,01	0,5012	0,4029	4	1	1	3	4	20	2	0	1C	
168	7,04	0,5748	0,3382	4	1	1	4	4	20	2	0	1D	
74	7,61	0,2075	0,4423	4	1	1	5	4	20	2	0	1E	
42	6,23	0,1537	0,1441	4	1	1	6	4	20	2	0	1F	
48	39,46	0,3278	0,3448	4	1	1	1	3	20	2	0	1G	
106	22,96	0,4592	0,4588	4	1	1	2	3	20	2	0	1H	kalvo osi
1	26,14	0,3251	0,3494	4	1	2	1	4	20	2	0	2A	kalvo vau
22	11,9	0,4395	0,468	4	1	2	2	4	20	2	0	2B	
3	4,2	0,5312	0,3247	4	1	2	4	4	20	2	0	2D	
0	10,23	0,1905	0,4216	4	1	2	5	4	20	2	0	2E	kalvo vau
0	4,79	0,1696	0,207	4	1	2	6	4	20	2	0	2F	kalvo vau
31	11,42	0,4759	0,3325	4	1	2	4	3	20	2	0	2G	
26	9,2	0,198	0,38	4	1	2	5	3	20	2	0	2H	
71	44,85	0,3054	0,3243	4	1	3	1	1	20	2	0	3A	
46	35,09	0,4734	0,4741	4	1	3	2	1	20	2	0	3B	
27	21,87	0,5485	0,3945	4	1	3	3	1	20	2	0	3C	
85	49,59	0,3095	0,3369	4	1	4	1	2	20	2	0	4A	
53	41,2	0,4613	0,48	4	1	4	2	2	20	2	0	4B	
50	13,93	0,5241	0,3534	4	1	4	4	2	20	2	0	4D	
11	10,3	0,1732	0,4332	4	1	4	5	2	20	2	0	4E	
4	5,23	0,1545	0,1544	4	1	4	6	2	20	2	0	4F	
5	22,6	0,324	0,3428	4	1	5	1	1	20	2	0	5A	
10	35,69	0,4923	0,4686	4	1	5	2	1	20	2	0	5B	
25	21,42	0,5284	0,3874	4	1	5	3	1	20	2	0	5C	
2	5,71	0,55	0,3281	4	1	5	4	1	20	2	0	5D	
6	7,2	0,1763	0,4041	4	1	5	5	1	20	2	0	5E	
1	3,4	0,1783	0,1548	4	1	5	6	1	20	2	0	5F	
132	32,77	0,3075	0,3273	4	1	6	1	3	20	2	0	6A	
108	23,58	0,4989	0,4578	4	1	6	2	3	20	2	0	6B	
52	24,01	0,4305	0,3679	4	1	6	3	3	20	2	0	6C	
21	5,55	0,5297	0,3183	4	1	6	4	3	20	2	0	6D	
22	8,44	0,1715	0,4152	4	1	6	5	3	20	2	0	6E	
13	4,88	0,1625	0,1576	4	1	6	6	3	20	2	0	6F	
2	52,51	0,3302	0,3472	4	1	7	1	1	20	2	0	7A	
64	24,05	0,4741	0,4685	4	1	7	2	1	20	2	0	7B	
10	21,19	0,5352	0,3828	4	1	7	3	1	20	2	0	7C	
4	15,93	0,499	0,3358	4	1	7	4	1	20	2	0	7D	
15	10,65	0,194	0,3818	4	1	7	5	1	20	2	0	7E	
1	6,8	0,1744	0,1579	4	1	7	6	1	20	2	0	7F	
262	49,25	0,3131	0,3331	4	1	8	1	4	20	2	0	8A	
221	26,67	0,5032	0,4593	4	1	8	2	4	20	2	0	8B	
280	19,52	0,552	0,4058	4	1	8	3	4	20	2	0	8C	
69	4,52	0,5452	0,3117	4	1	8	4	4	20	2	0	8D	
53	7,75	0,1653	0,4106	4	1	8	5	4	20	2	0	8E	
30	4,58	0,164	0,145	4	1	8	6	4	20	2	0	8F	
195	49,12	0,3134	0,335	4	1	8	1	4	20	2	0	8G	
191	44,54	0,3154	0,3373	4	1	8	1	4	20	2	0	8H	
64	46,24	0,3088	0,3287	4	1	9	1	1	20	2	0	9A	
50	34,47	0,4808	0,4776	4	1	9	2	1	20	2	0	9B	
42	19,97	0,5497	0,3824	4	1	9	3	1	20	2	0	9C	
13	7,72	0,5731	0,3289	4	1	9	4	1	20	2	0	9D	
10	6,43	0,165	0,4206	4	1	9	5	1	20	2	0	9E	
4	3,45	0,1663	0,1395	4	1	9	6	1	20	2	0	9F	
88	43,98	0,3091	0,3291	4	1	10	1	2	20	2	0	10A	
72	32,09	0,4824	0,4761	4	1	10	2	2	20	2	0	10B	
22	15,85	0,569	0,3616	4	1	10	3	2	20	2	0	10C	
24	8,32	0,5629	0,3285	4	1	10	4	2	20	2	0	10D	
13	5,28	0,1695	0,4031	4	1	10	5	2	20	2	0	10E	
6	3,49	0,1642	0,1402	4	1	10	6	2	20	2	0	10F	
156	31,98	0,3066	0,3254	4	1	11	1	3	20	2	0	11A	
103	28,37	0,3753	0,4187	4	1	11	2	3	20	2	0	11B	
92	25,54	0,4197	0,3955	4	1	11	3	3	20	2	0	11C	
31	7,72	0,5043	0,329	4	1	11	4	3	20	2	0	11D	
23	6,79	0,1793	0,4058	4	1	11	5	3	20	2	0	11E	
8	5,6	0,162	0,1575	4	1	11	6	3	20	2	0	11F	
53	43,51	0,315	0,3357	4	1	12	1	1	20	2	0	12A	
45	33,44	0,4852	0,4803	4	1	12	2	1	20	2	0	12B	
21	8,74	0,5878	0,3316	4	1	12	4	1	20	2	0	12D	
7	6,76	0,167	0,4065	4	1	12	5	1	20	2	0	12E	
4	3,22	0,1745	0,1486	4	1	12	6	1	20	2	0	12F	
77	43,72	0,3172	0,3374	4	1	13	1	2	20	2	0	13A	
50	33,75	0,4872	0,4802	4	1	13	2	2	20	2	0	13B	
22	8,93	0,5869	0,3337	4	1	13	4	2	20	2	0	13D	
14	6,17	0,1686	0,4116	4	1	13	5	2	20	2	0	13E	
5	3,22	0,1775	0,1524	4	1	13	6	2	20	2	0	13F	
141	28,04	0,3072	0,3257	4	1	14	1	3	20	2	0	14A	
103	21,18	0,4814	0,4746	4	1	14	2	3	20	2	0	14B	
39	7,4	0,5531	0,3288	4	1	14	4	3	20	2	0	14D	
19	7,76	0,1723	0,4031	4	1	14	5	3	20	2	0	14E	
9	5,11	0,164	0,1557	4	1	14	6	3	20	2	0	14F	
20	11,61	0,3206	0,3469	4	1	15	2	4	20	2	0	15B	kalvo vaurioitunut
21	11,77	0,3289	0,3437	4	1	15	3	4	20	2	0	15C	kalvo vaurioitunut
53	5,19	0,1829	0,3488	4	1	15	5	4	20	2	0	15E	kalvo osittain irti
22	3,68	0,1749	0,1683	4	1	15	6	4	20	2	0	15F	kalvo osittain irti

2004



Comment

2016



Rovaniemen koetaulujen mittaustulokset, esimerkki, taulu 5

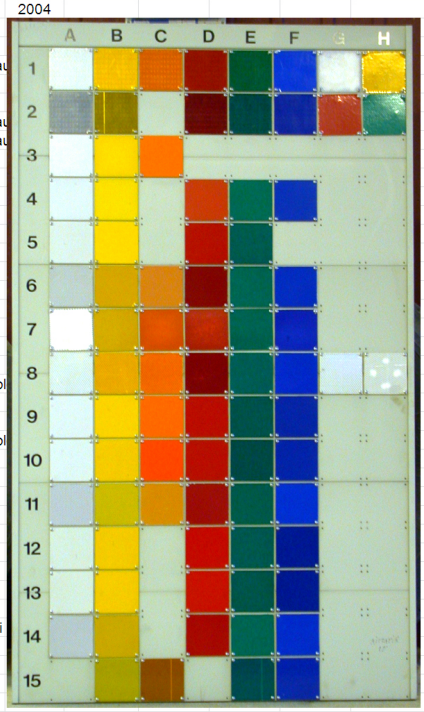
Road Sign Sheetings Durability Nordic
Rovaniemi 14.6.2016

punainen = ei täytä vaatimusta

See comments and observations below (O43,473)
Pictures (comments)

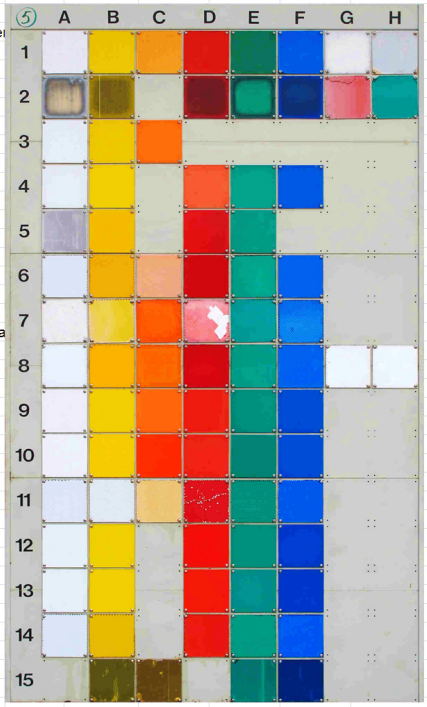
R	Y	x	y	plats	tavla	folie	färg	typ	tid	riktning	sprayad	läge	
486	53,24	0,3089	0,3284	5	5	1	1	4	20	4	0	1A	
477	40,63	0,4673	0,4826	5	5	1	2	4	20	4	0	1B	
385	29,06	0,4643	0,4077	5	5	1	3	4	20	4	0	1C	
195	8,22	0,6074	0,3499	5	5	1	4	4	20	4	0	1D	
79	7,81	0,1887	0,4565	5	5	1	5	4	20	4	0	1E	
46	6,13	0,145	0,1384	5	5	1	6	4	20	4	0	1F	
8	65,87	0,3182	0,3356	5	5	1	1	3	20	4	0	1G	
184	37,6	0,3113	0,3296	5	5	1	2	3	20	4	0	1H	
0	15,03	0,3271	0,3513	5	5	2	1	4	20	4	0	2A	kalvo vau
22	10,45	0,43	0,4762	5	5	2	2	4	20	4	0	2B	
5	3,23	0,5326	0,3232	5	5	2	4	4	20	4	0	2D	
0	8,58	0,1877	0,4339	5	5	2	5	4	20	4	0	2E	kalvo vau
0	2,99	0,1695	0,1981	5	5	2	6	4	20	4	0	2F	kalvo vau
23	19,62	0,3944	0,3228	5	5	2	4	3	20	4	0	2G	
33	10,99	0,1923	0,3688	5	5	2	5	3	20	4	0	2H	
67	47,27	0,3012	0,3185	5	5	3	1	1	20	4	0	3A	
44	38,12	0,4759	0,4787	5	5	3	2	1	20	4	0	3B	
25	22,65	0,5491	0,3971	5	5	3	3	1	20	4	0	3C	
60	56,96	0,3111	0,3423	5	5	4	1	2	20	4	0	4A	
38	45,7	0,4616	0,4837	5	5	4	2	2	20	4	0	4B	
30	17,35	0,5113	0,3589	5	5	4	4	2	20	4	0	4D	
9	11,44	0,1669	0,4498	5	5	4	5	2	20	4	0	4E	
2	5,47	0,1486	0,1502	5	5	4	6	2	20	4	0	4F	
9	19,79	0,3239	0,3412	5	5	5	1	1	20	4	0	5A	
15	36,7	0,4946	0,4733	5	5	5	2	1	20	4	0	5B	
				5	5	5	3	1	20	4	0	5C	no sampl
4	7,25	0,6074	0,3275	5	5	5	4	1	20	4	0	5D	
7	6,88	0,1611	0,4149	5	5	5	5	1	20	4	0	5E	
				5	5	5	6	1	20	4	0	5F	no sampl
170	34,18	0,306	0,3259	5	5	6	1	3	20	4	0	6A	
144	24,43	0,5026	0,4639	5	5	6	2	3	20	4	0	6B	
90	26,25	0,4045	0,3596	5	5	6	3	3	20	4	0	6C	
48	4,63	0,5808	0,317	5	5	6	4	3	20	4	0	6D	
28	8,29	0,1573	0,4229	5	5	6	5	3	20	4	0	6E	
15	4,55	0,1526	0,1481	5	5	6	6	3	20	4	0	6F	
1	66,37	0,3178	0,3353	5	5	7	1	1	20	4	0	7A	
82	30,22	0,4091	0,4259	5	5	7	2	1	20	4	0	7B	
2	29,75	0,5238	0,378	5	5	7	3	1	20	4	0	7C	
3	32,05	0,4011	0,3336	5	5	7	4	1	20	4	0	7D	kalvo irti
18	10,59	0,1888	0,374	5	5	7	5	1	20	4	0	7E	
1	13,57	0,1974	0,2048	5	5	7	6	1	20	4	0	7F	
274	54,2	0,3083	0,328	5	5	8	1	4	20	4	0	8A	
247	30,45	0,5084	0,4636	5	5	8	2	4	20	4	0	8B	
334	24,92	0,5502	0,4208	5	5	8	3	4	20	4	0	8C	
76	4,88	0,5722	0,3108	5	5	8	4	4	20	4	0	8D	
57	7,86	0,151	0,4201	5	5	8	5	4	20	4	0	8E	
32	5,23	0,1572	0,1437	5	5	8	6	4	20	4	0	8F	
230	53,25	0,3121	0,3328	5	5	8	1	4	20	4	0	8G	
153	53,31	0,3108	0,3318	5	5	8	1	4	20	4	0	8H	omituinen
57	48,11	0,3101	0,33	5	5	9	1	1	20	4	0	9A	
49	37,25	0,4729	0,4827	5	5	9	2	1	20	4	0	9B	
14	20,78	0,5462	0,3817	5	5	9	3	1	20	4	0	9C	
14	9,56	0,5514	0,3371	5	5	9	4	1	20	4	0	9D	
11	5,96	0,1431	0,4357	5	5	9	5	1	20	4	0	9E	
3	3,57	0,1593	0,1388	5	5	9	6	1	20	4	0	9F	
54	46,33	0,3097	0,3299	5	5	10	1	2	20	4	0	10A	
69	34,65	0,4786	0,4825	5	5	10	2	2	20	4	0	10B	
19	16,08	0,5738	0,3641	5	5	10	3	2	20	4	0	10C	
21	9,91	0,535	0,3356	5	5	10	4	2	20	4	0	10D	
13	4,74	0,1469	0,4178	5	5	10	5	2	20	4	0	10E	
5	3,5	0,1592	0,14	5	5	10	6	2	20	4	0	10F	
181	33,05	0,304	0,3231	5	5	11	1	3	20	4	0	11A	
131	35,07	0,3119	0,3343	5	5	11	2	3	20	4	0	11B	
114	30,11	0,3947	0,3907	5	5	11	3	3	20	4	0	11C	
38	8,94	0,5112	0,3222	5	5	11	4	3	20	4	0	11D	kalvossa
33	6,24	0,1599	0,4173	5	5	11	5	3	20	4	0	11E	
13	4,9	0,1524	0,1476	5	5	11	6	3	20	4	0	11F	
73	44,44	0,3131	0,333	5	5	12	1	1	20	4	0	12A	
51	33,76	0,4787	0,4872	5	5	12	2	1	20	4	0	12B	
24	9,18	0,5906	0,3354	5	5	12	4	1	20	4	0	12D	
8	6,38	0,1541	0,4137	5	5	12	5	1	20	4	0	12E	
4	3,13	0,1655	0,1405	5	5	12	6	1	20	4	0	12F	
83	42,74	0,3149	0,3345	5	5	13	1	2	20	4	0	13A	
69	36,02	0,4828	0,4877	5	5	13	2	2	20	4	0	13B	
27	10,18	0,5726	0,3387	5	5	13	4	2	20	4	0	13D	
19	6,56	0,1545	0,4129	5	5	13	5	2	20	4	0	13E	
5	2,84	0,1612	0,1343	5	5	13	6	2	20	4	0	13F	
173	31,58	0,3049	0,3238	5	5	14	1	3	20	4	0	14A	
127	23,03	0,4821	0,4855	5	5	14	2	3	20	4	0	14B	
57	9,04	0,5294	0,3338	5	5	14	4	3	20	4	0	14D	
23	7,81	0,1626	0,4077	5	5	14	5	3	20	4	0	14E	
13	4,82	0,1551	0,1461	5	5	14	6	3	20	4	0	14F	
1	11,41	0,4055	0,4507	5	5	15	2	4	20	4	0	15B	
1	11,07	0,4158	0,4353	5	5	15	3	4	20	4	0	15C	
56	4,37	0,1585	0,3496	5	5	15	5	4	20	4	0	15E	
2	2,83	0,1634	0,1798	5	5	15	6	4	20	4	0	15F	

2004



Very strange wear on Sign 5 sheet 8H (four worn patces very regularly spaced, not from measuring)

2016



ISSN-L 1798-6656
ISSN 1798-6664
ISBN 978-952-317-332-3
www.liikennevirasto.fi

Liikennevirasto